



# 《金属及其化合物》考点解读

河北 冯建设

## 一、考纲要求再现

新课标高考“考试大纲”化学部分对《金属及其化合物》这一章节的要求是：(1)了解常见金属的活动性顺序。(2)了解常见金属及其重要化合物的主要性质及其应用。(3)了解合金的概念及其重要应用。

## 二、常考题型分类

有关金属及其化合物的相关题型主要有：(1)选择题——常从离子共存、离子方程式、氧化还原反应、物质的鉴别与分离等角度考查金属及其化合物的性质。(2)非选择题——常以金属元素的性质为载体，通过推断题、实验题考查考生运用金属元素的有关知识分析问题、解决问题的能力，以实验探究的形式考查元素化合物的性质。

## 三、重点知识梳理

### (一)金属的性质。

1.金属元素性强弱的判断依据：(1)金属单质跟水(或非氧化性酸)反应的剧烈程度。(2)金属元素最高价氧化物对应水化物的碱性的强弱。(3)金属间的置换反应。

2.金属单质的化学性质：(1)金属单质在化学反应中都较容易失去电子被氧化，作还原剂。但金属离子既可能表现出氧化性又可能表现出还原性，如  $\text{Fe}^{2+}$ 。(2)金属单质跟酸反应的规律。  
①活泼与较活泼的金属单质能与非氧化性酸(如稀盐酸、稀硫酸等)反应，生成  $\text{H}_2$ 。  
②金属单质与强氧化性酸(如浓硫酸、浓硝酸、稀硝酸等)反应(但  $\text{Fe}$  和  $\text{Al}$  遇冷的浓硫酸、浓硝酸， $\text{Fe}$ 、 $\text{Al}$  表面易被钝化)，不生成  $\text{H}_2$ 。

(二)常见金属氧化物的分类及一些金属阳离子的检验。

1.常见金属氧化物的分类：(1)碱性氧化物，如  $\text{Na}_2\text{O}$ (白色粉末)、 $\text{FeO}$ (黑色粉末)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (红棕色粉末)等。(2)两性氧化物，如  $\text{Al}_2\text{O}_3$ (白色固体)。(3)酸性氧化物，如  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ (绿色油状液体)。(4)过氧化物，如  $\text{Na}_2\text{O}_2$ (淡黄色粉末)等。

2.一些金属阳离子的检验：(1) $\text{Ba}^{2+}$ ——加稀硫酸(或硫酸盐溶液)、稀盐酸。加  $\text{SO}_4^{2-}$ ，生成白色沉淀，该沉淀不溶于稀盐酸。离子方程式为  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ (白色)。(2) $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ ——做焰色反应，火焰的颜色分别为浅紫色(透过蓝色钴玻璃

观察)、黄色。(3) $\text{Fe}^{2+}$ ——①加  $\text{NaOH}$  溶液。先生成白色絮状沉淀，后迅速转化成灰绿色，最后变成红褐色。离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ (白色)， $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ (红褐色)。②先加  $\text{KSCN}$  溶液，再加氯水。刚开始无明显现象，随后溶液呈红色。离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ， $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (红色)。(4) $\text{Fe}^{3+}$ ——①加入  $\text{NaOH}$  溶液。有红褐色沉淀生成，离子方程式为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ 。②加入  $\text{KSCN}$  溶液。溶液呈红色，离子方程式为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 。(5) $\text{Ag}^+$ ——先加入稀盐酸或含  $\text{Cl}^-$  的溶液，再加稀硝酸。产生白色沉淀，该沉淀不溶于稀硝酸。离子方程式为  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 。(6) $\text{Cu}^{2+}$ ——加入  $\text{NaOH}$  溶液。产生蓝色沉淀，离子方程式为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ (蓝色)。(7) $\text{Al}^{3+}$ ——加入  $\text{NaOH}$  溶液、氨水。有白色胶状物质生成，该物质能溶于  $\text{NaOH}$  溶液，不溶于氨水。离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ， $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

### (三)常见金属及其化合物的转化关系。

1.直线型转化关系：如  $\text{A} \xrightarrow{\text{X}} \text{B} \xrightarrow{\text{X}} \text{C}$ 。(1) $\text{Na} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O}_2$ 。(2) $\text{X}$  为强酸，如  $\text{NaAlO}_2 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{AlCl}_3$ 。(3) $\text{X}$  为强碱， $\text{AlCl}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2$ 。

2.三角型转化关系：如图1。实例如图2。

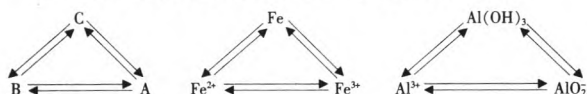


图1

图2

### (四)钠、铝、铁及其化合物的相互转化关系。

1.钠及其化合物的相互转化关系，如图3。

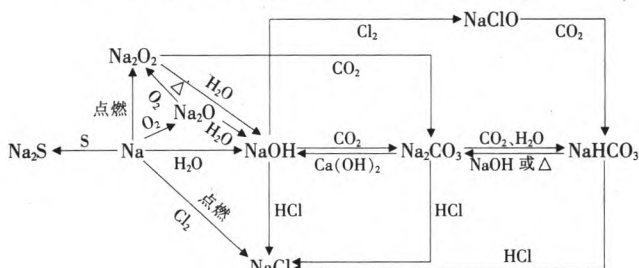


图3



2. 铝及其化合物的相互转化关系,如图4。

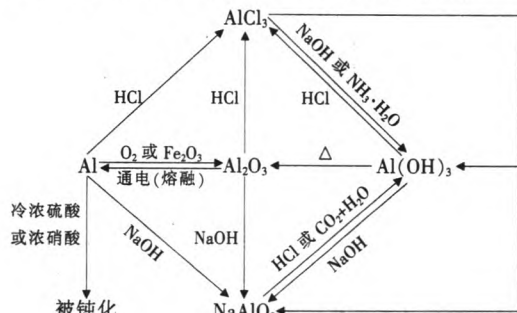


图4

3. 铁及其化合物的相互转化关系,如图5。

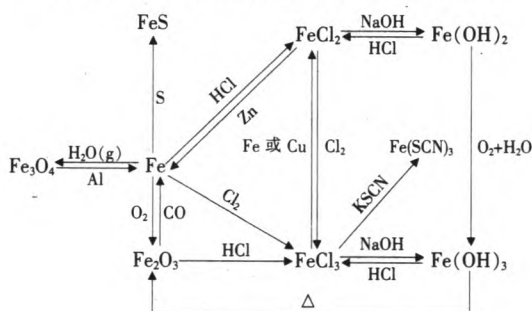


图5

(五) 钠、铝、铁及其化合物的主要性质。

1. 钠及其化合物: (1) 钠易被空气中的氧气氧化, 钠与冷水剧烈反应, 实验室里常用电解法(如电解熔融的盐或氧化物)制取金属钠。(2) 等物质的量的钠被氧气氧化成  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  时, 转移的电子数相同。(3) 钠遇酸时, 可看成是钠先与酸反应, 酸不足时, 钠再与水反应。(4) 钠与盐溶液反应时, 钠不能置换出溶液中的金属, 因为钠直接与水反应, 反应后的碱再与溶液中的其他物质反应。(5)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{CO}_2$  (或  $\text{H}_2\text{O}$ ) 反应时, 生成  $1 \text{ mol O}_2$ , 转移电子的物质的量为  $2 \text{ mol}$ 。(6)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  跟  $\text{CO}_2$  和水蒸气组成的混合气体反应时, 可看成是  $\text{Na}_2\text{O}_2$  先跟  $\text{CO}_2$  反应, 后跟  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应。因为若先发生反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 必定还发生反应  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。(7) 向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中逐滴滴入稀盐酸, 反应是分步进行的, 离子方程式依次为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

2. 铝及其化合物: (1) 铝常温下易被空气中的氧气氧化生成氧化膜, 实验室里常用电解法制取金属铝。(2) 铝与  $\text{NaOH}$  溶液、非氧化性酸反应时, 生成  $\text{H}_2$ 。常温下, 浓硝酸、浓硫酸使铝产生钝化现象。(3)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  仅能溶于强酸、强碱溶液中(在氨水、碳酸中不溶)。(4)  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$  只能分别存在于酸性、碱性溶液中。 $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$  等不能大量共存, 其中,  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{OH}^-$  能直接反应,  $\text{Al}^{3+}$  和其余的均发生剧烈的双水解反应。 $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{H}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、

$\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  不能大量共存, 其中,  $\text{AlO}_2^-$  和  $\text{H}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$  分别能直接反应(如  $\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ ),  $\text{AlO}_2^-$  和其余的均发生剧烈的双水解反应。(5) 明矾的净水原理。明矾的化学式为  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , 它在水中能电离, 即  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 = \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$ 。 $\text{Al}^{3+}$  发生水解反应, 生成的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体具有很强的吸附能力, 吸附水中的悬浮物, 使之沉降以达到净水的目的。

3. 铁及其化合物: (1) 铁与水蒸气在高温下反应生成  $\text{H}_2$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 实验室里一般用热还原法(高温下用  $\text{CO}$  或  $\text{Al}$  还原  $\text{Fe}$  的氧化物)制取金属铁。(2)  $\text{Fe}$  与  $\text{Cl}_2$  反应只能生成  $\text{FeCl}_3$ , 与  $\text{I}_2$  反应生成  $\text{FeI}_2$ , 与反应物的用量无关。(3) 过量的  $\text{Fe}$  与硝酸作用, 或在  $\text{Fe}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的混合物中加入盐酸, 均生成  $\text{Fe}^{2+}$ 。(4)  $\text{NO}_3^-$  与  $\text{Fe}^{2+}$  在酸性条件下不能共存。(5) 加热浓缩  $\text{FeCl}_3$  溶液时, 因  $\text{Fe}^{3+}$  的水解和  $\text{HCl}$  的挥发, 得到的固体为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 灼烧后得到红棕色的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体; 而蒸干  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液时, 因硫酸是难挥发性的酸, 最后得到的固体仍为  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。(6) 注意亚铁盐及  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  易被空气中的氧气氧化生成三价铁的化合物。如向某溶液中加入碱液后, 最终得到红褐色沉淀, 并不能断定该溶液中一定含有  $\text{Fe}^{3+}$ , 也可能含有  $\text{Fe}^{2+}$ 。

#### 四、解题策略指导

1. 以点带面, 抓住主线: (1) 物质线。对碱金属抓住钠、氢氧化钠、过氧化钠、碳酸盐等, 对铝元素及其化合物主要抓住铝、铝盐、偏铝酸盐、氧化铝和氢氧化铝, 对铁及其化合物重点抓住铁、铁的氧化物(以氧化铁为主, 了解氧化亚铁、四氧化三铁)、铁的氢氧化物、铁盐和亚铁盐等。(2) 转化线。参考上文提到的转化关系, 联系反应类型, 即氧化还原反应、离子反应、水解反应等。(3) 制备线。工业上常以金属的冶炼为主线联系物质性质、环境保护, 以及化学计算等, 题型为工艺流程题。此类试题往往选取的材料新、背景新。解答此类题可分三步: 第一步, 读懂工艺流程图, 抓住物质流入、流出的方向, 挖掘反应条件及记录重要数据; 第二步, 联系相关化学原理, 即每步涉及的化学反应或实验方法; 第三步, 在上述两步基础上, 结合要回答的问题, 分析、判断得出正确答案。(4) 实验线。有关金属及其化合物的探究实验要求同学们对文字、图形、表格数据、反应流程中的信息进行提取、分析、猜想和归类, 考查同学们对基础知识的综合应用、基本的实验方法和基本技能的掌握程度, 对科学探究方法和过程的理解, 对实验的评价。

2. 以图为据, 理清关系: 金属及其化合物这一部分因其涉及的知识范围很广, 与生产生活又联系紧

密,所以经常会出现一些图像题。化学图像题的解题策略请参考本期“特别策划”栏目。

### 五、典型例题剖析

**例1** (2014年高考北京卷第7题)下列金属中,表面自然形成的氧化层能保护内层金属不被空气氧化的是( )。

- A.K B.Na C.Fe D.Al



钾、钠均属于活泼金属,与空气中的氧气发生剧烈的氧化还原反应,生成超氧化钾、氧化钠,A、B项错误。铁在潮湿的空气中易发生氧化还原反应,即  $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,C项错误。在空气中,金属铝的表面迅速被氧化形成保护膜,这层保护膜能保护内层金属不被继续氧化,D项正确。本题选D。

**例2** (2014年高考新课标II卷第9题)下列反应中,反应后固体物质增重的是( )。

- A.将氢气通过灼热的CuO粉末  
B.将二氧化碳通过Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>粉末  
C.铝与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>发生铝热反应  
D.将锌粒投入Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>溶液中



A项,发生的反应为  $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ ,固体由CuO变为Cu,质量减小,错误;B项,发生的反应为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ,固体由Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>变为Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,质量增加,正确;C项,发生的反应为  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ ,反应前后各物质均为固体,根据质量守恒定律知,反应前后固体质量不变,错误;D项,发生的反应为  $\text{Zn} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$ ,固体由Zn变为Cu,质量减小,错误。本题选B。

**例3** 图6所示的曲线变化关系与对应的选项相符的是( )。

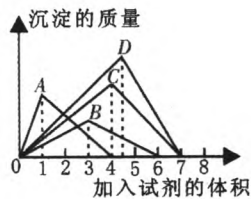


图6

- A.曲线A对应往澄清石灰水中逐渐通入SO<sub>2</sub>气体  
B.曲线B对应往澄清石灰水中逐渐通入CO<sub>2</sub>气体  
C.曲线C对应往AlCl<sub>3</sub>溶液中逐滴加入NaOH溶液  
D.曲线D对应往NaAlO<sub>2</sub>溶液中逐滴加入盐酸



解答这类图像题的关键是在熟练掌握相关知识的基础上弄清起点、终点、拐点以及相应的数量关系。往澄清石灰水中逐渐通入SO<sub>2</sub>(或CO<sub>2</sub>)气体,生成沉淀与溶解沉淀所需的SO<sub>2</sub>

(或CO<sub>2</sub>)气体的体积相同,A项错误、B项正确。向AlCl<sub>3</sub>溶液中逐滴加入NaOH溶液,产生沉淀与溶解沉淀所需的NaOH溶液的体积之比应为3:1,C项错误。向NaAlO<sub>2</sub>溶液中逐滴加入盐酸,产生沉淀与溶解沉淀所需的盐酸的体积之比为1:3,D项错误。本题选B。

**例4** 某澄清溶液中可能含有H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、MgSO<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中的几种物质,在该溶液中逐滴加入NaOH溶液,产生沉淀的物质的量(n)与加入NaOH溶液的体积(V)之间的关系如图7所示。请回答下列问题:

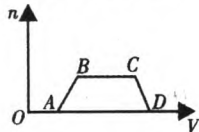


图7

- (1)溶液中一定存在的溶质有\_\_\_\_\_。  
(2)溶液中一定不存在的溶质有\_\_\_\_\_。  
(3)溶液中可能存在的溶质是\_\_\_\_\_,判断该物质是否存在的实验方法是\_\_\_\_\_,现象是\_\_\_\_\_。

(4)分别写出AB段、BC段发生反应的离子方程式:①AB段为\_\_\_\_\_;②BC段为\_\_\_\_\_。



首先分析图像,找出图像中的转折点、斜线及水平线。结合题意可知O~A段是NaOH溶液与H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>发生中和反应。D点表示加入过量NaOH溶液,沉淀全部溶解,说明沉淀只有Al(OH)<sub>3</sub>,故溶液中无MgSO<sub>4</sub>。B~C段是过量的NaOH溶液与NH<sub>4</sub>Cl反应生成NH<sub>3</sub>的过程。由此可知溶液中一定含有H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl,一定无MgSO<sub>4</sub>。又因为H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>与Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>均不能大量共存,所以溶液中一定无Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>。可能含K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,鉴别K<sup>+</sup>可用焰色反应。

**答案:** (1)H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl (2)MgSO<sub>4</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (3)K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 焰色反应 透过蓝色钴玻璃观察火焰的颜色,若为紫色,证明含有K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,否则,不含K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (4)①Al<sup>3+</sup> + 3OH<sup>-</sup> = Al(OH)<sub>3</sub> ↓  
②NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> = NH<sub>3</sub> ↑ + H<sub>2</sub>O



足量的下列物质与相同质量的铝反应,能放出氢气且消耗溶质的物质的量最少的是( )。

- A.氢氧化钠溶液 B.稀硫酸  
C.盐酸 D.稀硝酸

**参考答案与提示:** A 提示:首先排除稀硝酸,因为它和金属铝反应不生成氢气。另外三个反应分别为  $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ,  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ,  $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ,可知相同质量的Al,消耗NaOH的物质的量最少。(责任编辑 王琼霞)